

SOUND FIELD CONTROL METHOD AND SOUND FIELD CONTROLLER

Publication number: JP2003143686 (A)

Publication date: 2003-05-16

Inventor(s): KIYOHARA KENJI; MIYOSHI MASATO

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- International: H04R3/00; H04S1/00; H04S5/02; H04R3/00; H04S1/00; H04S5/00; (IPC1-7): H04R3/00; H04S1/00; H04S5/02

- European:

Application number: JP20010340813 20011106

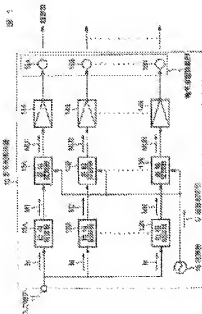
Priority number(s): JP20010340813 20011106

Also published as:

JP3631192 (B2)

Abstract of JP 2003143686 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sound field control method and a sound field controller for freely setting and changing the arrival direction of a reproduced sound produced by an electroacoustic transduction section. **SOLUTION:** In the sound field controller where an ultrasonic wave signal subjected to amplitude modulation by a modulation signal with an audible frequency is applied to a plurality of ultrasonic wave elements mounted to the electroacoustic transduction section to produce an audible tone corresponding to the modulation signal after the ultrasonic wave emitted from each ultrasonic wave element is demodulated by a space demodulation action, controlling the phase of the modulation signal amplitude-modulating the ultrasonic wave signal by each ultrasonic wave element can set the arrival direction of sound perceived by a listener to an optional direction.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-143886

(P2003-143886A)

(13) 公開日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーコード*(参考)
H 0 4 R 3/00	3 1 0	H 0 4 R 3/00	3 1 0 5 D 0 2 0
H 0 4 S 1/00		H 0 4 S 1/00	K 5 D 0 6 2
5/02		5/02	D

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-340813(P2001-340813)

(71) 出願人 00000426

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(22) 出願日 平成13年11月6日 (2001.11.6)

(72) 発明者 清原 健司
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 J
本電信電話株式会社内(72) 発明者 三好 正人
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 J
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100066153

弁理士 草野 卓 (外1名)

Fターム(参考) 5D02 AD01

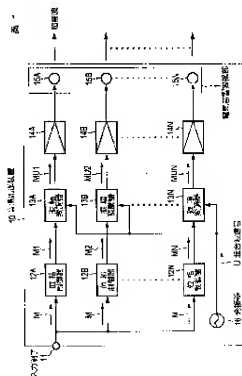
5D02 AA61 BB12 CC13

(54) 【発明の名称】 音場制御方法・音場制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電気音響変換部によって生成される再生音の到来方向を自由に設定し、変更することを可能とした音場制御方法及び音場制御装置を提案する。

【解決手段】 電気音響変換部に装着された複数の超音波素子に、可聴周波数を持つ変調信号で振幅変調した超音波信号を印加し、各超音波素子から放射される超音波が空間復調作用により復調されて変調信号に対応する可聴音を生成する音場制御装置において、超音波信号を振幅変調する変調信号の位相を各超音波素子毎に制御することにより聴覚者が知覚する音の到来方向を任意の方向に設定可能とした。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 電気音響変換部に可聴周波数帯の周波数を持つ変調信号により振幅変調された超音波信号を印加し、電気音響変換部から放射される超音波により上記変調信号に対応する可聴音を生産する音場制御方法において、

上記電気音響変換部を複数個配列し、これら複数の電気音響変換部のそれぞれに印加する超音波信号の上記変調信号成分の位相を目標位置で音源が発生して上記電気音響変換部に到達する時刻に上記振幅変調された超音波を放射するように各々制御することを特徴とする音場制御方法。

【請求項２】 一定周波数の超音波信号を発振する超音波信号発振器と、この超音波信号発振器が発振する超音波信号を可聴周波数帯の周波数を持つ変調信号により振幅変調する複数の振幅変調器と、この複数の振幅変調器で振幅変調された被変調信号により駆動される、複数の電気音響変換部と、この複数の電気音響変換部のそれぞれを駆動する上記被変調信号の上記変調信号成分の位相を目標位置で音源が発生して上記電気音響変換部に到達する時刻に上記振幅変調された超音波を放射するように各々制御することを特徴とする音場制御装置。

【請求項３】 請求項２記載の音場制御装置において、超音波素子の隣接間隔を d 、音速を C 、上記変調信号の最高周波数を f_H とした場合、 $M < C / (2 \cdot f_H \cdot d)$ を満たす M 個の超音波素子を上記複数の電気音響変換部として用いたことを特徴とする音場制御装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】この発明は超音波を用いて可聴周波数を持つ音波を生産する電気音響変換装置において、人間が聴覚する音の到来方向を任意に設定することができる音場制御方法及び音場制御装置を提案しようとするものである。

【０００２】

【従来の技術】可聴周波数より充分高い周波数を持つ超音波信号を可聴周波数帯域の周波数を持つ変調信号で振幅変調し、この振幅変調された超音波信号で超音波素子を駆動することにより、超音波素子から放射される超音波が空間復調作用により復調されて振動変調した変調信号成分を音として聴くことができるようにした電気音響変換装置（特開平１ １５１ ９８号公報）が提案されている。この種の電気音響変換装置を一般にパラメトリックスピーカと称している。このパラメトリックスピーカを利用してパラメトリックスピーカの指向方向を制御する技術も特開平２ ２６５ ３９８号公報により提案されている。

【０００３】特開平２ ２６５ ３９８号公報で提案された指向性可変音源は、複数の超音波素子をアレー状に配

置して電気音響変換部を構成し、この電気音響変換部を構成する各超音波素子に共通の変調信号で振動変調した超音波信号を印加する。これと共に各超音波素子に印加する超音波信号（キャリア）の位相をアレー状に配列された超音波素子の配列順序に従って、一方側から他方側に向けて順次所定量ずつ進み位相又は遅れ位相に設定することにより、音として再生される音の放射方向（指向方向）を自由に設定し変更することができる、とするものである。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】先に提案されている指向性可変音源技術に示すように、電気音響変換部１から放射される超音波はＳＭが空間復調作用により復調された音の指向方向を受聴者Ａ、Ｂ、Ｃの何れかに向けることができる技術である。従って、受聴者Ａ、Ｂ、Ｃの各個に特有の内容を伝達する場合に適用することができる。例えば同公報に開示されているように、複数の聴覚者に対し、他の聴覚者を聴こことなく、特定の聴覚者に対してのみ目覚音を提示する場合などに利用され、その応用範囲は限定される。

【０００５】ところで、受聴者を主体として考えた場合、受聴者に聴こえる音の到来方向を固定された電気音響変換部から放射される音により自由に設定し、変更できるとした場合、受聴者には仮想空間が与えられ、適々の利用方法が考えられる。つまり、図７に示すように、固定された電気音響変換部１から放射される超音波はＳＤから復調される音を受聴者Ｂが聴く場合、音源の位置がＸである場合、Ｙである場合、Ｚである場合のようにあたかも知覚させることができる。その応用は広く考えられる。然し乍ら、従来の技術では放射される音の到来方向を変更させることはできなかった。

【０００６】この発明の目的は受聴者に対して音の到来方向を自由に変更し、設定することができる音場制御方法及び音場制御装置を提案しようとするものである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】この発明では、電気音響変換部に可聴周波数帯の周波数を持つ変調信号により振幅変調された超音波信号を印加し、電気音響変換部から放射される超音波により変調信号に対応する可聴音を生産する音場制御方法において、電気音響変換部を複数個配列し、これら複数の電気音響変換部のそれぞれに印加する超音波信号の変調信号成分の位相を目標位置で音源が発生して電気音響変換部に到達する時刻に振幅変調された超音波を放射するように各々制御する音場制御方法を提案する。

【０００８】この発明では更に、一定周波数の超音波信号を発振する超音波信号発振器と、この超音波信号発振器が発振する超音波信号を可聴周波数帯の周波数を持つ変調信号により振幅変調する複数の振幅変調器と、この複数の振幅変調器で振幅変調された被変調信号により居

動される、複数の電気音響変換部と、この複数の電気音響変換部のそれぞれを駆動する被変調信号の変調信号成分の位相を目標位置で音源が発生して電気音響変換部に到達する時刻に振幅変調された超音波を放射するように各々制御する音場制御装置を提案する。

【0009】この発明では更に、請求項2記載の音場制御装置において、超音波素子の駆動間隔を d 、音速を C 、変調信号の最高周波数を f とした場合、 $M < C(2 \cdot f \cdot d)$ を満たす M 個の超音波素子を複数の電気音響変換部として用いた音場制御装置を提案する。

作用

この発明による音場制御方法及び音場制御装置によれば、複数の超音波素子に与える振幅変調信号の変調信号成分の位相を超音波素子の配列の一方側から、他方側に向って順次所定の位相ずつ遅れ位相の状態に設定したとすると、受聴者は進み位相側の超音波素子が放射した超音波が作成する音と、遅れ位相側の超音波素子が放射した超音波が生成する音より先に聴くことになる。

【0010】受聴者は先に音が到来した方向に音源が有るものと感ずるため、同定された電気音響変換部から放射される超音波により復調される可聴音でありながら、受聴者は電気音響変換部以外の位置から音源が到来するものと知覚する。従って、位相制御部の設定状況に応じて音の到来方向を自由に設定することが可能となり、その応用は広く考えられるものとなる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1はこの発明による音場制御装置の一実施例を示す。図1に示す音場制御装置を説明することによりこの発明の音場制御方法についても明らかにされるであろう。図1において、10はこの発明による音場制御装置の全体を示す。この発明による音場制御装置10は入力端子11から入力される可聴周波数帯、例えば200Hz～20kHzの周波数を持つ信号Mの目標位置で音源が発生して上記電気音響変換部に到達する時刻に上記振幅変調された超音波を放射するように上記変調成分の位相を各々制御する複数の位相制御器12A、12B…12Nと、この位相制御器12A、12B…12Nで位相が設定された信号を変調信号M1、M2…MNとして入力され、この変調信号M1、M2…MNにより発振器16が発振する。例えば40kHzの超音波信号Uを振幅変調する複数の振幅変調器13A、13B…13Nと、これら複数の振幅変調器13A、13B…13Nで振幅変調された超音波信号M1、M2…MNにより駆動される電気音響変換部1とによって構成される。

【0012】尚、図1に示す実施例では電気音響変換部1を超音波発生器15A、15B…15Nによって構成した場合を示す。また、図1に示す実施例では振幅変調器13A、13B…13Nで振幅変調された超音波信号M1、M2…MNはそれぞれ増幅器14A、14

B…14Nによって増幅し、その増幅された超音波信号M1、M2…MNを電気音響変換部1を構成する各超音波発生器15A、15B…15Nに印加する構造とした場合を示す。ここで、この発明の特長とするところは電気音響変換部1を構成する各超音波発生器15A、15B…15Nに印加される超音波信号Uの位相は全て共通の位相である点と、超音波信号Uを振幅変調する変調信号M1、M2…MNの位相を位相制御器12A、12B…12Nで別々に制御することができる構成とした点である。

【0013】この構成により、電気音響変換部1から放射される再生音（超音波によって再生される音）の音軸（指向方向）は常に一定方向を向き、その方向に位置する受聴者に対して再生音を受聴させることができる。この受聴条件下において、位相制御器12A、12B…12Nで変調信号M1、M2…MNの位相を制御することにより、受聴者が聴く音の到来方向を変化させることができる。その理由を図2及び図3を用いて説明する。図2において、1は図1に示した電気音響変換部を示す。Bは受聴者、Rは受聴者Rの右耳、Lは受聴者Rの左耳、Sは電気音響変換部1から放射される超音波ビームである。この超音波ビームSの内部が超音波によって生成される再生音の受聴可能範囲である。

【0014】電気音響変換部1を構成する超音波発生器15Aに与える振幅変調信号M1を変調した変調信号M1の位相を最も進み位相に設定し、以下順次の変調信号M2、M3…の位相を所定の位相量ずつ遅れ位相に設定したとすると、再生音の波面は図2に斜線18で示すように表すことができる。図3にその詳細を示す。図3から解るように、この設定状態では受聴者Bは左耳Lよりも右耳Rに先に可聴音が到達することになる。この結果、受聴者Rは電気音響変換部1の位置より右側から音の到来方向を知覚する。右左の到達時間差を d とすれば音の到来方向を知覚させ、音の到来方向を左右に制御できる点について説明する（例えば日本音響学会「音響用語辞典、コナカ社」に例え定義されている）。

【0015】ここで位相制御器12A、12B…12Nで与える変調信号Uへの位相差（以下では遅延時間 D ）と称す）は、

$$D_1 - D_2 = (1 - 1) \pi L / (1 - 2, \dots, M) \pi L = (d \cdot \sin \theta_1) / C$$

で設定される。 θ_1 は目標方向（target direction）と呼び、図2に示す斜線18の傾き θ_1 と等値であり、仮想の音源Xの方向を表す。dは超音波発生器15A、15B…15Nの間隔、Cは音速を示す。D₁は遅延時間が0になることを避けて遅延特性をデジタルフィルタで実現する際の精度が低下することを防ぐために付加する固定遅延量である。

【0016】この結果として位相制御器12A、12B…12Nに設定する遅延量D₁の状態に応じて、受聴者

Hは電気音響変換部1の位置により右側、左側或いは中央の何れかの方向からでも音の到来方向を知覚することができる。図4はこの発明の他の実施例を示す。この実施例では電気音響変換部1を構成する各超音波発生器15A、15B…15Nのそれぞれを複数の超音波素子E1によって構成し、これら複数の超音波発生器15A、15B…15Nを構成する各超音波素子E1を群毎に同一の振動変調信号によって駆動する構成とした場合を示す。

【0017】図5に電気音響変換部1に実装した超音波素子E1の配置の一例を示す。図5Aは各超音波発生器15A 1、15A 2、…15B 1、15B 2、…15N 1、15N 2…をそれぞれ9個の超音波素子E1で構成し、これら各超音波発生器15A 1、15A 2、…15B 1、15B 2、…15N 1、15N 2…を支持板16の面にマトリックス状に配列した場合を示す。この配列を図4に示した駆動回路でそのなま駆動した場合には、縦方向の各1列(15A 1～15A-M)で1列、(15A 1～15B-M)で1列、…が同一位相で駆動され、各列毎に遅延量に差を与えることにより、音の到来方向を水平方向の任意の方向に設定することができる。

【0018】図4に示した駆動回路とは別にマトリックスを行方向に分離し、各超音波発生器15A 1、15B 1、15C 1…と15A 2、15B 2、15C 2…をそれぞれ行毎に同一位相で駆動し、各行毎に遅延量を異なるることにより、音の到来方向を上下方向の任意の方向に設定することができる。図5Bは各超音波発生器(15A 1、15A 2…15A M)、(15B 1、15B 2…15B M)、(15N 1、15N 2…15N M)のそれぞれを円形状に形成し、円形の内部に同心円状に超音波素子E1を配置し、更に各超音波発生器15A 1、15A 2…15A Mと15B 1、15B 2…15B M、…15N 1、15N 2…15N Mを支持板16の面にハネカム形状に配置した場合を示す。

【0019】この場合も、図4に示す駆動回路でそのなま駆動した場合には、縦方向に配列された超音波発生器15A 1、15A 2…15A Mと15B 1、15B 2…15B M、…15N 1、15N 2…15N Mのそれぞれをマトリックス状に配列し、行方向に同一位相で駆動し、各行毎に異なる遅延量を設定することにより、音の到来方向を上下方向の任意の方向に設定することができる。

【0020】尚ここで、各超音波発生器15A 1、15A 2…15N 1、15N 2…を複数の超音波素子E1によって構成する場合、各超音波発生器を構成する超音波素子E1の数Mについて説明する。各超音波発生器15A 1、15A 2…を構成する超音波素子の数Mは一般に受聴位置までの距離、再生音の上側周波数と放射パワー等で決定されるが、制限事項として以下の事項が加味される。変調信号M1、M2…MNの最高限周波数 f_m に対応する波長 $\lambda = c / f_m$ 、Cは音速)とし、各超音波発生器15A 1、15A 2…15A Mと15B 1、15B 2…15B M、…15N 1、15N 2…15N Mが平均的に等間隔 d で配列されているものとする、空間的な折り返し現象(aliasing)が生じないようにするためには各群を構成する超音波素子の最も離れている素子間の間隔 $M \cdot d < \lambda / 2$ (図5A参照)の範囲で各超音波発生器を構成する超音波素子の数Mを定める必要がある。つまり $M < (2 / f_m \cdot d)$ により制限される。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば変聴者に対して音源位置を自由に設定し、変更することができる。この結果、変聴者に音源位置を変更することにより仮想空間を与えることができるから、この仮想空間を利用することにより各種の応用が考えられる。その効果は実用化されることにより明らかにされるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による音場制御装置の一実施例を説明するためのブロック図。

【図2】図1に示した音場制御装置の動作を説明するための平面図。

【図3】図2の理解を容易にするための斜視図。

【図4】図1に示した実施例の変形例を説明するためのブロック図。

【図5】図4に示した実施例の要部を説明するための正面図。

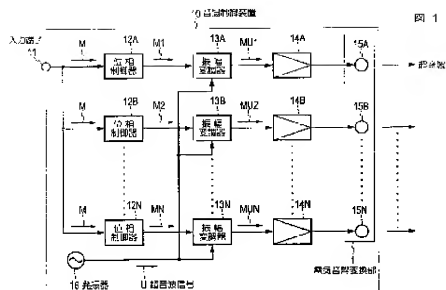
【図6】従来の技術を説明するための平面図。

【図7】従来の技術では得られない機能を説明するための平面図。

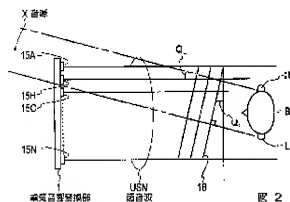
【符号の説明】

1	電気音響変換部	13A～13N	振動変調器
A、B、C	受聴者	14A～14N	増幅器
10	音場制御装置	15A～15N	超音波発生器
11	入力端子	EL	超音波素子
12A～12N	位相制御器		1
6	支持板		

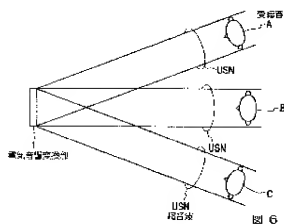
【图1】



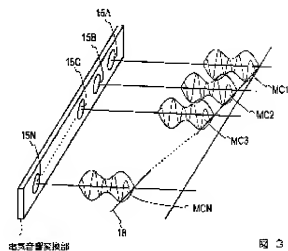
【图2】



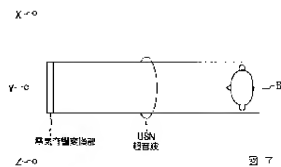
【图6】



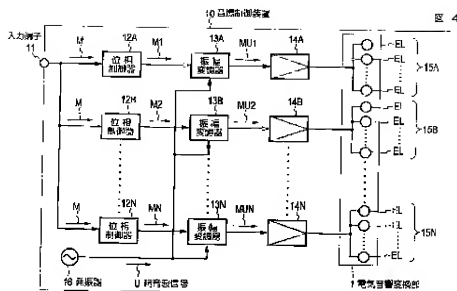
【图3】



【图7】



【図4】



【図5】

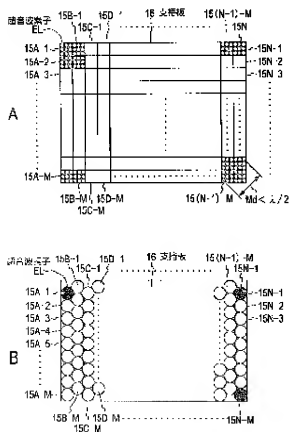


図 5